

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 60-042876

(43)Date of publication of application : 07.03.1985

(51)Int.CI.

H01L 31/04

(21)Application number : 58-150380

(71)Applicant : MUROKI MASAHIWA

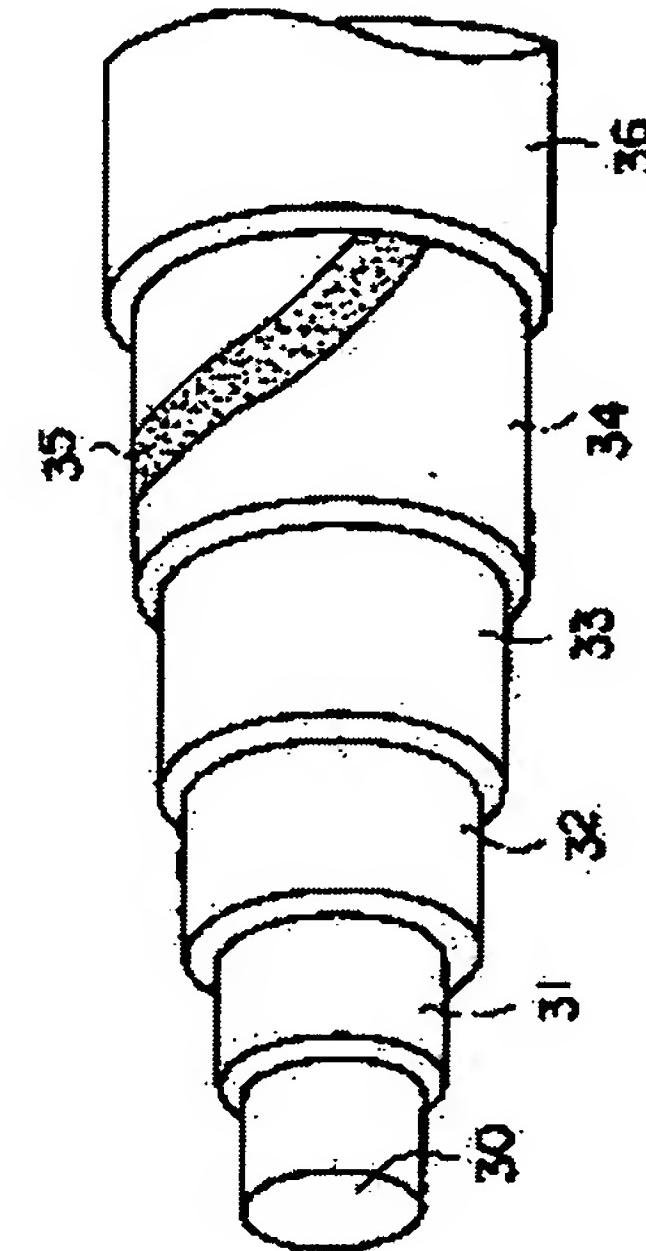
(22)Date of filing : 19.08.1983

(72)Inventor : MUROKI MASAHIWA

**(54) CLOTH-LIKE SOLAR BATTERY****(57)Abstract:**

**PURPOSE:** To contrive to improve the efficiency of power take-out by the alleviation of resistive potential drop by a method wherein the outermost layer of semiconductor inscribed to a transparent insulation layer of the outermost layer is provided with a metallic electrode layer.

**CONSTITUTION:** An N-Si layer 32 is adhered on a glass fiber 30 coated with a transparent conductive film 31, next an I-Si layer 33 on the Si 32, and further a P-Si layer 34 theron. Then, an In ribbon 35 is wound on the layer 34 in close contact, and thus a conductive zone is provided in a spiral form. When it is heated, In-Si alloy is formed and the ribbon 35 welds to the layer 34. The transparent insulation layer 36 is formed on this multilayer-structural fiber. Using this translucent multilayer-structural solar battery fiber as the warp, and the glass fiber as the woof, the title solar battery is manufactured by corsswise-alternate knitting. Thereby, the improvement of the efficiency of power take-out and the reduction of manufacturing cost are enabled.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑩日本国特許庁(JP)

⑪特許出願公開

⑫公開特許公報(A)

昭60-42876

⑬Int.Cl.

H 01 L 31/04

識別記号

庁内整理番号

6666-5F

⑭公開 昭和60年(1985)3月7日

審査請求 未請求 発明の数 3 (全8頁)

⑮発明の名称 布状太陽電池

⑯特 願 昭58-150380

⑰出 願 昭58(1983)8月19日

⑱発明者 室木 政久 金沢市つつじが丘109番地

⑲出願人 室木 政久 金沢市つつじが丘109番地

⑳代理人 弁理士 秋本 正実

明細書

発明の名称 布状太陽電池

特許請求の範囲

1. 多層構造を有する可撓性太陽電池織維を編みこんで二次元的な広がりをもたせた太陽電池の縦糸横糸のうち、どちらか一方を上記多層構造太陽電池織維か或いは該太陽電池織維と非発電性織維の混合織維で構成し、他方を非発電性透明織維のみで構成し上記多層構造太陽電池織維は外光が入射する最外層の透明な電気的絶縁層と、該絶縁層の内周に設けられたp-n又はp-i-n接合形光電変換層と、該光電変換層の両側に位置し該光電変換層の一部又は全部に設けられた導電部と、該導電部を介して上記p-n又はp-i-n接合に生ずる起電力を外部へ取出す手段により成る布状太陽電池。

2. 多層構造を有する可撓性太陽電池織維を編み込んで二次元的な広がりをもたせた太陽電池布および該太陽電池布の片面に該太陽電池と密着しないように配置した光反射板とから成り、上記太

陽電池の縦糸横糸のうち少なくとも一方は隣接する糸間に適当な隙間をあけるか或いは透明な非発電性織維を挿入して編成し、該太陽電池布上に照射された外光が一部前記光反射板に到達して反射され該太陽電池布裏面を照射する機能を有し、上記多層構造太陽電池織維は、外光が入射する最外層の透明な電気的絶縁層と、該絶縁層の内周に設けられたp-n又はp-i-n接合形光電変換層と、該光電変換層の両側に位置し該光電変換層の一部又は全部に設けられた導電部と、該導電部を介して上記p-n又はp-i-n接合に生ずる起電力を外部へ取出す手段により成る布状太陽電池。

3. 多層構造を有する可撓性太陽電池織維を編みこんで二次元的な広がりをもたせた太陽電池において、前記太陽電池織維は外光が入射する最外層の透明な電気的絶縁層と、該絶縁層の内周に設けられたp-n又はp-i-n接合形光電変換層と、該p-n又はp-i-n接合を形成するp型又はn型半導体層のうち上記電気的絶縁層により近接して位置する半導体層表面に設けられたらせん状さ

たは直線状の金属電極層と、該金属電極層の設けられた半導体層とは逆導電型を有する半導体層表面の一部又は全部に設けられた導電部と、該導電部および上記金属電極層を介して上記p-n又はp-i-n接合に生ずる起電力を外部へ取出す手段により成る布状太陽電池。

#### 発明の詳細な説明

本願発明は太陽電池に係り、とくに多層構造を有する太陽電池繊維を編んで二次元的な広がりをもたせた布状太陽電池に関する。

太陽電池はクリーンエネルギー源として期待され、石油資源の枯渇が心配される中で代替エネルギーとして検討されてきた。しかし太陽電池の発電コストは主に材料費が原因して非常に高く(1980年で約4000円/W)一般電力用電源として普及するのはまだ先のことになりそうである。ただ、発電効率が市販品でも5~10%に達したため、携帯用電源、離島などの局所発電としての需要は急速に高まりつつある。このような段階で太陽電池にもつとも望まれているのは低コスト化および高付

#### 特開昭60-42876(2)

加価値化である。すなわち、市場を急速に拡大するには、電力用電源とは別の意味で「家庭用電源」として必需品の地位を占める必要がある。高付加価値太陽電池を念頭において本願発明者は特公昭58-33718号で多層同軸織維状太陽電池を開示した。この太陽電池は従来型太陽電池が平面パネル形状を有しているのに対し、可視性ある多層同軸太陽電池繊維を編んで二次元的広がりをもたせた布形状を有しており、大面积化が容易になつただけでなく可視性にきわめて富み機械的強度も充分あるため、二次製品への加工が非常に容易であるというユニークな特質をもつてゐる。

上記した多層同軸織維状太陽電池の問題点は主に発電コストにある。すなわち可視光を透過しない芯線や導電層を用いた多層同軸太陽電池繊維を編んで二次元的広がりをもたせる時、縦横に交互に線が交叉すると交叉点の下方に位置した個所では遮光されるため発電しない。仮に隙間なく均等に縦横方向に編成した布を作つた場合は、裏面も発電に寄与しないため太陽電池繊維全表面積のうち約

1/4しか発電能をもたない。さらに数本の太陽電池繊維を摺りあわせた後縦横に編成した構造では、露光面積割合は一層低下するため太陽電池繊維全表面積が発電に寄与した場合に比べて結果として材料費は約1桁コストアップになる。勿論この太陽電池繊維は薄膜構造なのでインゴットから切出した結晶ウエフアート太陽電池より材料費は安い。しかし薄膜太陽電池間で比較すると、材料費の実質的コストアップはこの新型太陽電池の高付加価値を減殺するものであり好ましくない。

この問題点を改善するために本発明者が更に検討を重ねた結果次の如き構造の布状太陽電池を開示するに至つた。すなわち、(1)縦横に交互に編成した布状太陽電池において、多層構造太陽電池繊維は縦糸又は横糸の一方のみとし、他方は非発電性透明織維を用いることにより材料の低減と縦糸横糸交叉点における非発電個所の消滅を意図した太陽電池。(2)縦横交互に編成する際、隣接する縦糸或いは横糸間に隙間を設けるか或いは非発電性透明織維との混合織維を用いることによつて裏面

に赤外光を導入し、裏面に散乱性光反射板を配置することによつて表面だけでなく裏面にも発電能を付与した布状太陽電池である。使用目的によつて(1), (2)を単独に用いることも組合せて用いることも出来ることは自明である。

更に本発明者は、前記多層構造太陽電池繊維の発電効率を検討した結果、長尺織維における抵抗性電位降下を軽減するためには最外層の透明な絶縁層に内接した半導体最外層に金属電極層を設けることが有効であると結論した。光電変換用半導体層への入光を妨げないために、金属電極層は適当なピッチでらせん状に巻きつけ配置するか細い線糸で太陽電池繊維の長軸に沿つて配置する。

前記多層構造太陽電池繊維の最外層を構成する透明な絶縁層は低融点の合成樹脂から成ることが望ましい。これは、前記半導体最外層の金属電極層の配置によつて表面に高低差が生じ、また半導体と金属とで材質が異なるため透明酸化膜で該太陽電池繊維全表面を被覆することは連続製造工程上困難を伴い結局は製造費の上昇につながるため

である。300°C以下の低融点をもつ合成樹脂溶液中に浸漬することにより、容易に透明絶縁被覆をすることができる。

以下本発明を実施例に基づき詳細に述べる。

#### (その1)

直径1mmのNi線を芯線1に用い、これを第1図に示したごとく塗素ガス雰囲気中で加熱された石英容器3内に充填されたSi飽和Sn溶液4内に浸漬する。石英容器3の底部には、リンを高濃度にドープした多結晶シリコン塊2が充填されており、多数の小孔をもつ仕切り板5で抑えられ溶液4と接触している。図示したように溶液4には容器底がより高温であり、容器上部に至るにしたがつて低温になるような温度勾配が設けられている。シリコン塊2は温度T<sub>1</sub>における飽和量だけSn溶液中にとけ込んでおり、溶液の対流と拡散とによつてより低温の容器上部に運ばれるため、溶液中のリンドープSiは溶液上部付近で過飽和状態になつている。Ni芯線1は該溶液4内の過飽和領域に設けられた石英回転軸11を図示したように経て溶液4

#### 特開昭60-42876(3)

内に浸漬される。この位置でNi芯線1は回転軸11の温度T<sub>2</sub>(T<sub>2</sub><T<sub>1</sub>)近く迄加熱され、T<sub>1</sub>とT<sub>2</sub>の温度差に相当する分だけn-SiがNi芯線1上に析出可能である。実際に析出する量はNi芯線1の溶液4への浸漬時間、すなわち該芯線1の引張り速度で加減することができる。通常はこの引張り速度を、芯線1上のn-Si層の厚みが約5μmになるよう調節する。この時n-Si層のキャリア濃度が約 $5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ になるようシリコン塊中のリン濃度を調整しておく。n-Si層を析出したNi芯線1は、石英回転軸6を経て第2のSi飽和Sn溶液充填容器7内に石英回転軸12を巻いて浸漬される。石英容器7の底部には硼素を高濃度ドープした多結晶シリコン塊8が充填されており、多孔性石英仕切り板10で仕切られている。容器7の底部にある多結晶シリコン塊8の温度T<sub>3</sub>はT<sub>1</sub>より低く、また回転軸12の位置におけるSn溶液温度T<sub>4</sub>(<T<sub>3</sub>)はT<sub>2</sub>より低く保たれているので回転軸12の位置でp-Siは過飽和状態にあつて、かつNi芯線1上に析出したn-Si層は溶液9に浸漬されても溶解するこ

となくn-Si層上に結晶性p-Si層が析出する。この場合、p-Si層の厚みは約4μmでかつそのキャリア濃度は約 $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ であるように温度T<sub>3</sub>およびシリコン塊8中に含まれる硼素濃度を調節する。このようにしてp-n接合を含むSi層を被着したNi芯線1は石英回転軸18を経て一旦空気中に取出され、容器16内に保持されたニカワ溶液17内に浸漬され薄くニカワ塗布後、その表面に幅300μmのSnリボン14をらせん状に密着巻きする。ピッチは約10mmとする。次にこのリボン巻きSi層被着Ni芯線1を空気または酸素雰囲気の電気炉中で450°Cに加熱するとニカワは酸化されて除去されるがp-Si層表面にはSnリボン14直下で薄いSn-Si合金が形成されてSnリボン14はp-Si層に溶着する。このSnリボン層はp-Si層に対する良好な金属電極として作用する。n-Si層に対する抵抗性電極としてはNi芯線1がそのまま利用できる。

Snリボン層の有効性をテストするために比較試料を作つた。試料Aは直径1mmのNi芯線上に上記

例の如くしてp-n接合を含むSi層を形成後、特公昭58-33718号実施例同様p-Si層表面にSnCl<sub>4</sub>と水蒸気との反応によりSnO<sub>2</sub>層(厚さ約2000Å)を堆積させ、この透明導電層をp-Si層に対する抵抗性電極としたものである。また試料Bはp-Si層に対する抵抗性電極は設けず、その他は上記例と全く同じとした。本実施例のソリボン層付太陽電池繊維を試料Cとし、長さ50mmずつ各試料を描えた。各試料の一端部において酸性エッティング液を用いて5mmずつNi芯線上の被着層を除去しNi芯線1を露出した。試料Aでは最上層のSnO<sub>2</sub>層に薄く(厚さ3000Å)Auを蒸着、試料Bでは最上層のp-Si層に薄くAuを蒸着してリード線取付け端子とした。Au蒸着部は前記Ni芯線露出部の直上約3mmにとどめまたAu蒸着によつてp-n接合が短絡しないよう配慮した。A, B, C各試料の前記端部において、露出したNi芯線およびAu蒸着膜またはSnリボンに対してリード線をハンダ付けし、各試料のプラスマイナスリード線間に電圧計を接続した。各試料を同一条件下で疑似太陽光発生装置

内に設置し、真夏の直射日光に相当する強度で類似太陽光線を照射した。この時、試料Cの開放端電圧は約0.78Vであったが、試料Aは約0.68V、試料Bは約0.46Vであり、p-Si層に対する金属電極の優位性が立証された。この発生電圧差は照射光強度が弱くなるに従つて大きくなり、上記実験条件（真夏直射日光）の約1/3の強度では試料Aと試料Cの電圧差は0.22Vに達した。

さて、本実施例でNi芯線1上にn-Si、p-Si、リボン状Snの各層を連続形成した後、この上に透明プラスチック液を塗布乾燥した。この透明プラスチック層は透明絶縁層として作用する。この膜を一定速度で巻きとつていけば、石英容器および7の底部にシリコン塊2および8が残つている限り一定膜厚のSi光電変換層を有する糸状織維が連続的に形成される。巻きとつた多層構造太陽電池織維は細くて（直径約1mm）可視性に富み機械的強度も充分である。

この多層構造太陽電池織維を横糸201に用い、縦糸200には直径約1mmの透明合成織維糸、たと

およびn-Si層204の抵抗性電極であるNi芯線1の各々に対して公知の方法でリード線をハンダ付けし、横糸（太陽電池織維）を直列接続すれば第2図(a)の如くなる。簡単のため図では3本の横糸のみしか示していないが、何本接続しても同様である。Snリボン層202から引出したリード線は電池の(+)側端子を形成し、Ni芯線1からのリード線は(-)側端子を形成する。なお、本例では図示していないが、この太陽電池織維を並列接続するには通常行なわれるようSnリボン層202どうし、Ni芯線1どうしを接続すればよいことは自明である。また図示した横糸端部と反対側の端部は裁断によつて露呈したままになつてるので、この個所を再び透明プラスチック液の塗布乾燥によつて絶縁処理する。この処理は端部においてp-n接合の短絡や隣接する太陽電池織維導電部との意図せざる接触、使用者の感電事故や漏電を防止し、かつ端部を機械的に保護するため行なうもので、本実施例のプラスチック処理だけでなく他の様々を公知技術、たとえば絶縁ゴムシールやガラスコーテ

## 特開昭60-42876(4)

えばナイロン糸を用いて縦横交互に編むと二次元的な広がりをもつ布（綿物）ができる。この布を適當な大きさに裁断し、横糸の一端部だけを有機溶媒に浸漬して表面の絶縁性プラスチック膜を除去する。プラスチック膜を除去した一端部における横糸の直列接続例を示したのが第2図である。すなわち、第2図(a)に示した如く、多層構造太陽電池織維から成る横糸の一端部（図の右端）を有機溶媒に浸漬して最外皮の透明プラスチック膜201を除去すると、Snリボン層202をらせん状に接着したp-Si層203が露呈する。縦糸は上記のように透明合成織糸200であつて、横糸が該縦糸の下方に位置するように交叉しても交叉点で可視外光は該縦糸を透過して横糸に入射するため、表面における非発電領域はSnリボン層202の直下のみとなる。露呈したp-Si層203の一部を弗硝酸系エッティング液に浸漬するとSnリボン202、p-Si層203およびn-Si層204が除去されるので第2図(b)に示した如く、Ni芯線1が露呈する。次に、p-Si層203の抵抗性電極であるSnリボン層202

イングなど望みの方法で連成できることはいうまでもない。

第2図の要領で横糸、すなわち多層構造太陽電池織維を全て直並列接続した後、リード線を一本のプラス端子（p-Si側）と一本のマイナス端子（n-Si側）にまとめた。外光を吸収すれば、このプラス、マイナス端子間に起電力を発生し、この端子間に負荷抵抗を接続すれば、電力として外部に取出すことができる。

隣接する横糸および縦糸をほば隙間なく密に編んだ場合、この布状太陽電池は真夏の直射日光下で約120W/m<sup>2</sup>の出力を示した。この布状太陽電池はこのような密な状態で編まれているが、特公昭58-33718で開示した多層回転織維状太陽電池に比べて横糸に安価な織維を用いたため材料費が約1/2に低下し、かつp-Si層側金属電極の採用と表面側非発電領域（縦糸横糸交叉点の下側に位置した日蔭の織維部分）の解消によつて電力取出し効率が約40%向上するという大きな効果を示した。勿論先端の太陽電池のもつ利点、すなわち高可視

性、大量生産性、大面積化容易、多形状加工容易という長所はそのまま保持されている。

(その2)

透明導電膜  $\text{SnO}_2$  層を被覆した直径約  $500\text{ }\mu\text{m}$  のガラス繊維上に周知のグロー放電法を用いて非晶質Si層を形成した。高周波放電容器内の圧力は放電時  $0.1 \sim 10\text{ Torr}$ ,  $\text{H}_2$  で希釈した濃度  $20\text{ mol\%}$  の  $\text{SiH}_4$  ガスをベースとして、まず  $\text{SnO}_2$  層上に  $\text{P}, \text{PH}_3$  ドープ n-Si 層32を約  $0.2\text{ }\mu\text{m}$ 、次いで n-Si 層32上にアンドードープの i-Si 層33を約  $0.6\text{ }\mu\text{m}$ 、更にその上に  $\text{B}_2\text{H}_6$  ドープ p-Si 層34を約  $0.5\text{ }\mu\text{m}$  被覆させた。高周波投入電力は  $10^{-2} \sim 10^{-1}\text{ W/cm}^2$  とした。これら多層Si層の形成は、放電容器内に2本の回転軸を導入し、片側の軸から他方の回転軸へとファイバーを少しずつ巻きとりながら行なつた。この非晶質多層Si太陽電池は禁制帯幅が  $1.7 \sim 1.8\text{ eV}$  であり外光に対して赤褐色半透明である。p-Si 層34の上に幅  $300\text{ }\mu\text{m}$  の Inリボン35を実施例(その1)の如くして約3mmのピッチで密着して巻きつけ、らせん状に導電帯をもうけた。これを約  $200^\circ\text{C}$  に

特開昭60-42876(5)

短時間加熱すると In-Si 合金が形成され、Inリボン35は p-Si 層34に溶着する。Inリボン35が溶着した箇所は外光に対して不透明になる。また Inリボン35直下の p-Si 領域は非晶質から結晶化して微結晶領域が形成される。この微結晶領域はそれ以外の非晶質領域に比べて約2倍導電度が高く、発生したキャリアの伝導損失を小さくする上で効果的である。

しかる後、この多層構造ファイバーに透明合成樹脂液を塗布乾燥し、表面に数  $\mu\text{m}$  厚さの透明絶縁層36を形成した。得られた多層構造太陽電池繊維の構成を第3図に示した。

この半透明多層構造太陽電池繊維を縦糸に用い、横糸には直径約  $500\text{ }\mu\text{m}$  のガラスファイバーを用いて縦横交互に編んで布状太陽電池を作つた。この場合隣接する糸との隙間はほとんどあけずち密に編成した。この布を適当な大きさに裁断後、縦糸の一端部でのみ前実施例の如くして  $\text{SnO}_2$  電極層31, Inリボン層35を露呈させ、直並列接続して一本のプラス端子、マイナス端子にまとめた。次い

てこの布状電池全体を透明プラスチック溶液中に浸漬して引上げ乾燥し、表面を透明絶縁膜で被覆した。このような表面保護は、たとえば  $\text{SiO}_2$  や  $\text{TiO}_2, \text{Al}_2\text{O}_3$  などの透明酸化物絶縁膜をスパッタリング法や化学蒸着法によつて形成しても目的に叶うが、製造コスト、量産性の点で本実施例の上うな有機物被覆に劣る。

全面プラスチック被覆多層構造布状太陽電池は表面のプラスチック層が薄いため充分な可操作性を有している。この裏面に白色不透明合成繊維から成る外光反射布を巻打ちした。

真夏の直射日光を照射するとこの布状太陽電池は約  $125\text{ W/m}^2$  の電力を発生した。これは外光が半透明な多層構造太陽電池繊維の裏面に近接入し、裏面の反射布で反射されて太陽電池繊維の全表面が発電に寄与した結果であると考えられる。本実施例で用いた非晶質Si太陽電池の太陽光エネルギー変換効率は約 6% なので、有効表面積の増加が著しい発電能の増加を招いたことがわかる。

なお、上記実施例でグロー放電により p型非晶

質層を形成する際ベースとなるガス  $\text{SiH}_4$  に  $\text{C}_2\text{H}_4$  を混合すれば p- $\text{Si}_{1-x}\text{C}_x$  層が i-Si 層上に被覆する。 $\text{Si}_{1-x}\text{C}_x$  は禁制帯幅が Si より一層広くしたがつて p 層の透明度が一層高まるため太陽光の吸収効率も増加し、このヘテロ接合形多層構造太陽電池繊維のエネルギー変換効率は非晶質Si太陽電池の 6% から 8 ~ 9% まで向上することが確かめられた。

(その3)

第1図のとくして多層構造太陽電池繊維を作つた。ただし、この場合芯線1は Ni 線ではなく直径約  $1.2\text{ mm}$  のカーボンファイバーを用いた。また p-Si 層203 上に配置する金属電極は、前実施例の Snリボン層202 と異なり直線状 Ag 層とした。p-Si 層203 上に Ag 電極層を形成するには、細い溝状タンクに無電解 Ag メットキ液を充填加熱しておき、p-n 接合を含む Si 層が被覆したカーボンファイバー線を p-Si 層203 の表面一部が該メットキ液に浸漬するようにして溝状タンクの長手方向に走行せしめればよい。本実施例の場合、幅約  $100\text{ }\mu\text{m}$ ,

## 特開昭60-42876(6)

厚さ約2000ÅのAgストライプ電極がp-Si層203の表面に芯線の長手方向に形成された。電極幅は浸漬深さで、また電極の厚みはメッキ液濃度、温度および浸漬時間によって調節することができる。また電極用金属もAg以外、Au、Ni、Sn、Cuなど多くの種類用いることができる。Ag電極層形成後は前実施例同様表面に透明絶縁性プラスチック塗膜をした。

この多層構造太陽電池繊維201を横糸にし、直径約1.2mmの透明アミラン繊維200を縦糸に用いて縦横交互に編んで布状太陽電池を形成した。ただしこの場合縦糸横糸共に隣接する糸間に約1.2mmの隙間をあけて編みこんだ。適当な大きさに裁断後、横糸の一端部を第2図の如くして露呈させ p-Si層203に対するAgストライプ電極とn-Si層204に対するカーボンファイバー電極にリード線付けを行なつた。なお、カーボンファイバーの場合、ハンダ付け前に端部ICAgを蒸着しておき、Agを介してハンダ付けした。横糸すべてを直並列接続後、リード線を一本のプラス端子、マイナス端子にま

とめた。次にこの太陽電池布全体を透明プラスチック液に浸漬乾燥させ表面全体に透明絶縁膜をかけた。第4図で部分図を示したように布状太陽電池裏面にやや間隔を保つて乱反射面を有する白色合成繊維布206を張り、該布状太陽電池に真夏の直射日光を照射した。直射日光は布状太陽電池表面で吸収されて光電変換されるだけでなく、幅約1.2mmの横糸間隙からストライプ状に上記白色合成繊維布206の乱反射面に入射し散乱されて布状太陽電池裏面にも吸収される。この結果多層構造太陽電池繊維はほぼ全表面積が光電変換に寄与する。この布状太陽電池は約100W/m<sup>2</sup>の出力を示した。すなわち、実施例(その1)に比べて多層構造太陽電池繊維の使用量は1/2に減少したにもかかわらず発電量の減少は約15%にとどまっている。これは布状太陽電池全表面発電の効果であり、材料コストの低減に非常に有効な一つの方法といえる。

また、上記例で横糸間隙を1.2mmずつあけるかわりに、ここに縦糸と同質の透明アミラン繊維(直

(その4)

径約1.2mm)を入れて隙間なく編み込み布の機械的強度を高めた布状太陽電池では真夏直射日光下における出力は約93W/m<sup>2</sup>であつた。これは透明アミラン繊維による光反射損失の影響と考えられる。

幅3mm、厚さ200μmの扁平なFe線を芯線1として用い、第1図で示した浴液法によつてこの上にp-n接合を含むInP多結晶薄膜層を露出させた。この場合、石英容器3、7にはIn浴媒4、9を充填し、n-InPソースにはSnドープ多結晶InP塊2を、またp-InPソースにはZnドープ多結晶InP塊8を用いた。第1図の如く、Fe芯線1を石英容器充填InP飽和In浴液4、9内に連続的に浸漬し走行させることによつてFe芯線表面に厚さ約4μmのn-InP層、厚さ約6μmのp-InP層がこの順に積層される。この工程はN<sub>2</sub>雰囲気で行なうが、次いで1050°Cの酸化性雰囲気でSnCl<sub>4</sub>を含む蒸気を流しながらこの線を走行させるとp-InP層表面に2000~5000Å厚みのSnO<sub>2</sub>透明電極層31が形成される。次いでこの線を透明プラスチック

溶液中に浸漬後引上げ乾燥すれば、SnO<sub>2</sub>膜31表面に透明絶縁膜36が形成される。

こうして得られた多層構造太陽電池繊維を縦糸にし、横糸には直径3mmの透明ナイロン糸を用いて縦横に交互に編んだ。この場合特に縦糸は隣接する糸間に隙間がないよう密に編成して布状太陽電池を作つた。

この布を適当な大きさに裁断し、第2図に示したように縦糸の一端部のみで電極層、すなわちSnO<sub>2</sub>膜およびFe芯線を露呈させ、直並列接続して最後に一本のプラス端子と一本のマイナス端子にまとめた。表面を絶縁性プラスチック膜で処理した後真夏の直射日光下で出力を測定すると約105W/m<sup>2</sup>が得られた。多結晶InP太陽電池のエネルギー変換効率は約12%であつたが、p-InP電極層SnO<sub>2</sub>膜の抵抗が比較的大きくやや取出し損失がみられる。しかし、この扁平多層構造太陽電池繊維を用いた化合物半導体布状太陽電池も充分な可操作性と機械的強度を有していることが確かめられた。

(その5)

実施例(その1)と全く同じ工程で製造した直徑約1mmの多層構造SI太陽電池線維を密な状態で縦横交互に編み布状太陽電池を作つた。この場合、縦線、横線が共に太陽電池線維であるため、適当な大きさに裁断した後、縦線側一端部と横線側一端部の各々で第2図のようにして各線の直並列接続を行ない、最後に一本のプラス側端子、一本のマイナス側端子にまとめた。該布状太陽電池全体を透明プラスチック溶液中に浸漬して引上げ乾燥した。この布状太陽電池は真夏の直射日光下で約100W/m<sup>2</sup>の出力を示した。実施例(その1)の場合より発電能が小さいのは縦横交叉点下方の遮光部分が電力取出し損失を与えていたためと考えられる。しかし、p-SI層203とSnリボン層202を接続して伝導損失を減らした結果、特公昭58-33718の場合より発電能は約15%向上している。

一方、上記多層構造SI太陽電池線維を縦横に編む場合、線維直徑と同じ1mm径の透明ナイロン糸を一本おきに混入して編み、裁断一端部での直並列接続、透明絶縁処理後該太陽電池布の裏面に光反

## 特開昭60-42876(7)

射性白色合成繊維布206を配した実施例(その3)の如き2重布構造では直射日光下での出力は約88W/m<sup>2</sup>であつた。

以上述べてきた布状太陽電池の実施例では多層構造太陽電池線維の光電変換層材料としてSI、Si<sub>1-x</sub>C<sub>x</sub>、InP、また製造方法としては、芯線の外側に太陽電池層を構成する「外付け法」だけを扱つた。しかし、この他光電変換層材料としてCdSやGaAs等の化合物半導体材料にも本願発明が適用できることは自明である。また、「外付け法」以外にも、たとえば特公昭58-33718で述べたような中空芯線の内側に太陽電池層を形成する「内付け法」によつても本願発明の布状太陽電池が得られることは、本願発明の構成から明白である。

本願発明によつて可携性にきわめて富み機械的強度が充分ありまた大面积化、量産化、多形形状容易な布状太陽電池の電力取出し効率の向上と製造コスト、特に材料コストの大額な低減が可能となつた。

## 図面の簡単な説明

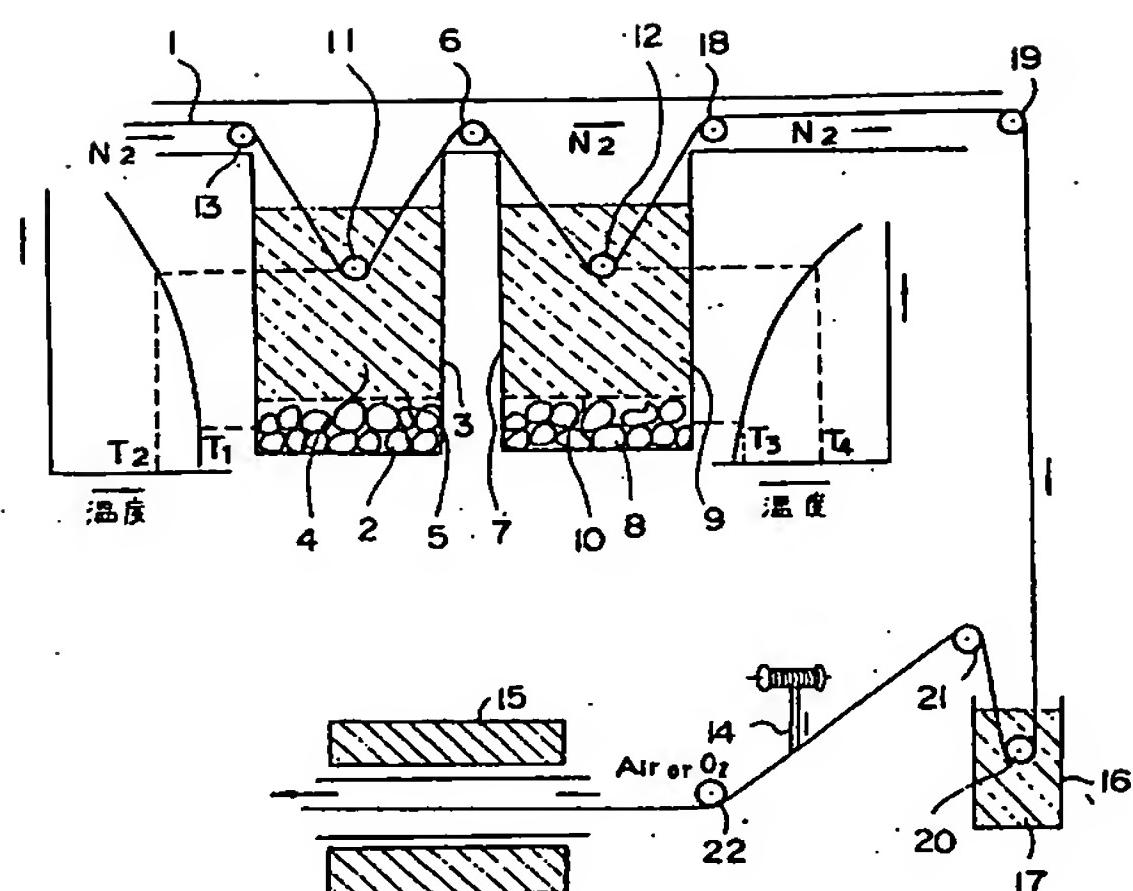
第1図は、本発明になる多層構造太陽電池線維製造工程の一実施例を示す図、第2図は本発明の布状太陽電池における各線接続の一実施例を示す図であり(a)、(b)、(c)は接続のための工程を示している。第3図は、本発明の別の実施例における多層構造太陽電池線維の構成を示す図、第4図は、本発明になる布状太陽電池のさらに別の実施例における布構成を示す図である。

図において1は導電性芯線、204は結晶性n-SI層、203は結晶性p-SI層、202はSnリボン層、201は多層構造太陽電池線維、200は透明合成繊維糸、206は白色合成繊維布、36は透明絶縁層、35はInリボン層、30はガラスファイバー芯線、31はSnO<sub>2</sub>導電膜、32は非晶質n-SI層、33は非晶質p-SI層、34は非晶質p-SI層である。

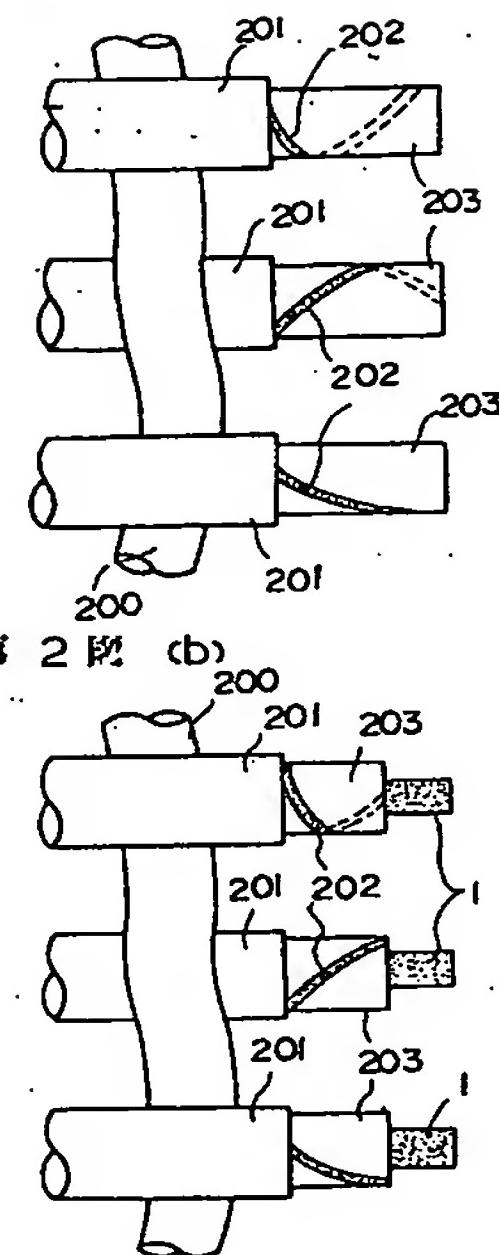
特許出願人 宝木政久  
代理人 弁理士 秋本正実

特開昭 60-42876 (8)

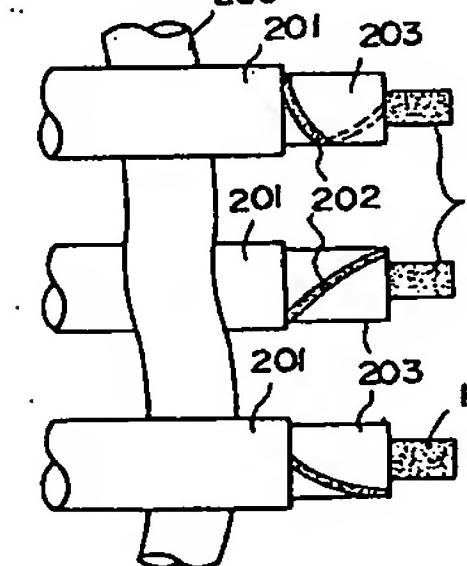
第 1 図



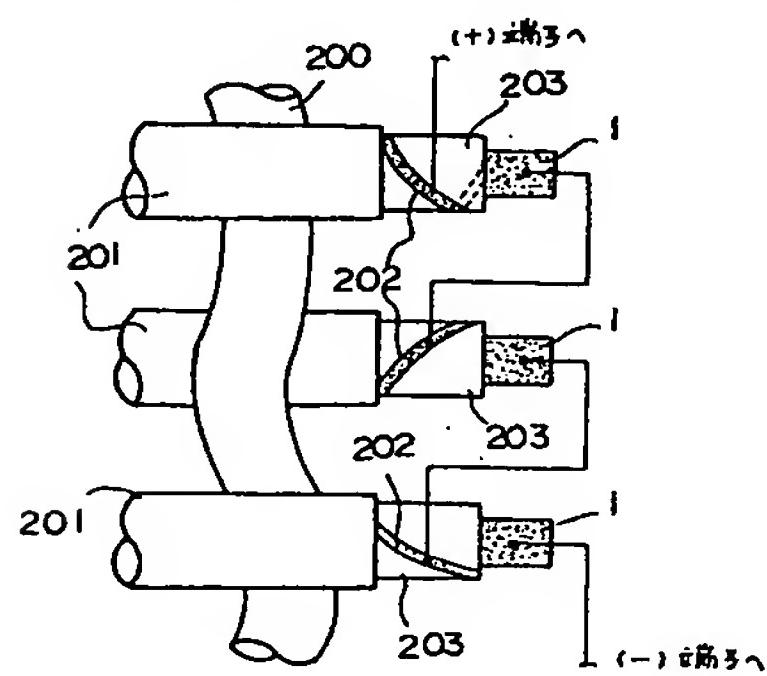
第 2 図 (a)



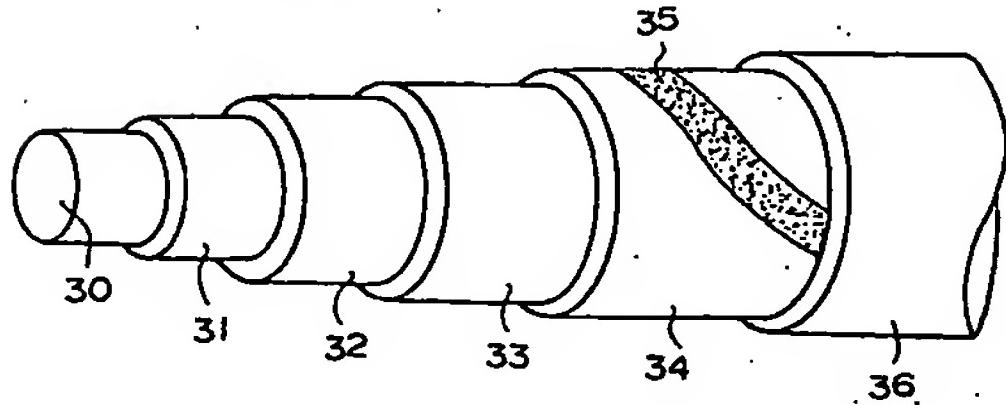
第 2 図 (b)



第 2 図 (c)



第 3 図



第 4 図

